# DIE KERN- UND ZELLTHEILUNGEN

BEI DER

# BILDUNG DES POLLENS VON HEMEROCALLIS FULVA L.

VON

**DR. EDUARD TANGL,**

PROFESSOR IN CZERNOWITZ.

(Mit 4 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 3. NOVEMBER 1881.

Zur Untersuchung bediente ich mich frischer und in Alkohol gehärteter Blüthenknospen. Die Tinction der Kerne führte ich hauptsächlich mittelst der letzthin von Strasburger[1] für pflanzliche Objecte empfohlenen 1%, mit etwas Methylgrün versetzten Essigsäure aus. Durch nachträglichen Zusatz von Glycerin wurde dem Plasma der nöthige Grad von Durchsichtigkeit ertheilt, um die tingirten Kerntheile mit Deutlichkeit hervortreten zu lassen. Mit Essigsäure-Methylgrünlösung behandelte frische Präparate habe ich gleichfalls in Glycerin untersucht, nachdem ich mich überzeugt hatte, dass die bereits tingirten Kerne dadurch nicht weiter verändert werden.

Die von mir eruirten, im Nachfolgenden darzulegenden Thatsachen, bringe ich in eine Reihenfolge, die derjenigen entspricht, in der naturgemäss auch die einzelnen die Pollenbildung begleitenden Vorgänge gebracht werden müssen. Hier will ich noch bemerken, dass sämmtliche Angaben, falls nicht anders bemerkt ist, sich auf Zustände beziehen, die am Alkoholmaterial beobachtet wurden.

Dünnwandige, noch im Gewebeverbande befindliche Pollenmutterzellen enthalten in ihrem oft vacuolisirten Plasma einen relativ grossen Kern, von dessen scharf hervortretender Membran das Plasma oft abgehoben erscheint (Fig. 1, 2). Der Inhalt der Kerne besteht aus kleinen Körnchen und grösseren kugeligen, stark lichtbrechenden Nucleolen, deren Zahl 3—5 beträgt. Die Substanz der Nucleolen erscheint auf diesem Stadium meist vollkommen homogen; nur selten enthält der eine oder andere Nucleolus eine kleine Vacuole (Fig. 2 *a*).

Nach Behandlung mit Essigsäure-Methylgrünlösung macht in der Kernmembran und sämmtlichen körnigen Gebilden des Kerninhaltes ein deutlich grüner Farbton sich bemerkbar. In tingirten, nachträglich durch Glycerin aufgehellten Präparaten, erscheinen die Nucleolen intensiver als die kleinen Körnchen und die Kernmembran gefärbt. Wie der Augenschein lehrt, ist die Tinctionsfähigkeit sämmtlicher Theile der Kerne noch

[1] Zellbildung und Zelltheilung. III. Aufl. 1880, p. 141.

sehr junger Pollenmutterzellen eine viel geringere, als diejenige der Kerne in den Zellen der Antherenwandungen. Die Letzteren erscheinen unter denselben Verhältnissen in kürzester Zeit intensiv blaugrün gefärbt.

Mit Beal'schem Carmin färben sich die Nucleolen stärker als die übrigen Kernbestandtheile.

Mit fortschreitender Entwicklung der Mutterzellen verringert sich die Anzahl der Nucleolen, so dass die Kerne der ersteren von einem gewissen Stadium an, in der Regel nur einen einzigen Nucleolus enthalten (Fig. 2 *c*). In die Vorgänge, durch welche der Übergang des Kerns aus seinem ursprünglich multinucleolären Zustand in den uninucleolären bewirkt wird, habe ich keinen Einblick gewinnen können.

Mit dem Eintritt des uninucleolären Zustandes zeigen die bis dahin im Kern gleichmässig vertheilten Körnchen eine deutliche netzartige Anordnung (Fig. 2 *c*). Auf etwas späteren Stadien, die der Fig. 3 entsprechen, ist von diesem Bau der Kerne in den Zellen des Alkoholmaterials in den meisten Fällen nichts zu sehen. Man bemerkt nämlich statt der Stränge, ein dem Nucleolus einseitig anliegendes, mehr oder weniger scharf umschriebenes Aggregat kleiner Körnchen. Eine ganz analoge Beschaffenheit zeigt auch der Kerninhalt in bereits isolirten, aber noch sehr dünnwandigen Pollenmutterzellen des Alkoholmaterials. Die der Fig. 3 entsprechenden Bilder sind aber keineswegs der Ausdruck der wirklichen Structur des Kerns in den betreffenden Entwicklungsstadien der Pollenmutterzellen. Darauf weisen zunächst die Bilder hin, welche auf entsprechender Entwicklungsstufe befindliche frische Kerne nach der Tinction und Fixirung in Essigsäure-Methylgrünlösung darbieten. In den Figuren 57—59 sind die betreffenden Zustände der Kerne abgebildet. Man bemerkt in den inhaltsarmen Kernen kleine Körnchen, die im Centrum des Kernes am dichtesten liegen, und von hier in strangförmiger Anordnung gegen die Peripherie des Kernes, und das excentrisch gelegene Kernkörperchen ausstrahlen. Die verzweigten und durch Anastomosen zusammenhängenden Körnchenstränge stellen die Verbindung zwischen der centralen Körnchenmasse und der Körnchenlage her, die auf der inneren Oberfläche der Kernmembran als dünner Beleg ausgebreitet ist. Einige dieser Körnchenstränge sind gegen das Kernkörperchen gerichtet, dessen Oberfläche dieselben sich ansetzen. Die ganze übrige Masse des durch Essigsäure fixirten Zellkerninhaltes besteht aus hyaliner Substanz, über deren Aggregatzustand im unveränderten Kern und chemische Beschaffenheit ich nichts ermittelt habe. Mit Flemming,[1] will ich diesen Theil der Kernmasse als die Zwischensubstanz derselben bezeichnen. Ich habe diese Bezeichnung gewählt, weil dieselbe weniger präjudicirt als der von R. Hertwig[2] eingeführte und auch von Strasburger[3] adoptirte Ausdruck „Kernsaft".

Die Lage des Nucleolus im Kern ist stets excentrisch und daher ist ein unmittelbarer Contact des ersteren mit der centralen Körnermasse nie vorhanden. Dies kann mit Leichtigkeit an Zellen constatirt werden, die durch Strömungen des Untersuchungsmediums in rollende Bewegung gerathen. Die centrale Lage des Nucleolus ist daher nur scheinbar vorhanden; sie entspricht immer einer gewissen Lage der betreffenden Mutterzellen (Fig. 58, 59).

Der Nucleolus liegt der Kernmembran ganz dicht an. An dieser Stelle ist der auf der inneren Oberfläche der Kernmembran auftretende Körnchenüberzug unterbrochen. Ob derselbe sich auf den von der Kernmembran nicht bedeckten Theil der Oberfläche des Nucleolus fortsetzt, konnte ich nicht ermitteln.

Diese Befunde lassen es als zweifellos erscheinen, dass der Fig. 3 entsprechende Zustände des Alkoholmaterials nur Kunstproducte darstellen. Sie entstehen durch Schrumpfung des Kerninhaltes, wobei sowohl der Nucleolus als auch die Körnchenstränge sich auf die centrale Körnchenmasse zurückziehen. Nur äusserst selten trifft man beim Alkoholmaterial auf Bilder, die der Fig. 4 entsprechen und andeutungsweise Bauverhältnisse der betreffenden Kerne erkennen lassen, die in völlige Deckung mit den an Essigsäure erhaltenen Befunden gebracht werden können.

Kerne, deren feinkörnige Substanz die beschriebene, an das protoplasmatische Fadennetz der Pflanzenzellen erinnernde Anordnung zeigt, enthalten in der Regel nur einen einzigen Nucleolus. Diese Regelmässigkeit

---

[1] Archiv f. mikr. Anat. Bd. XVI, p. 350; Bd. XVIII, p. 152.

[2] Morphologisches Jahrbuch, Bd. II, p. 70.

[3] Zellbildung und Zelltheilung. III. Aufl., p. 322.

ist jedoch nur bis zu einem gewissen Grade herrschend, da manche auf derselben Entwicklungsstufe befindliche Kerne 2—3 Nucleolen enthalten (Fig. 55, 56, 58). Auf Grund meiner Beobachtungen muss ich trinucleoläre Zustände der Kerne als äusserst seltene Vorkommnisse bezeichnen. Sind im Kerne mehrere Nucleolen vorhanden, so zeigen dieselben in Bezug auf ihre Grösse nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten (Fig. 54—56, 58). — Zur Entscheidung der Frage, ob die multinucleolären Zustände weiter entwickelter Kerne von Anfang an vorhanden sind, oder auf eine nachträglich stattfindende Neubildung eines oder zweier Nucleolen in früher uninucleolären Kernen zurückzuführen seien, haben meine Beobachtungen keinen Anhaltspunkt ergeben.

In Mutterzellen, die ich im frischen Zustande ohne jedweden Zusatz untersuchte, erscheint der Kern weniger deutlich gegen das Plasma, als nach der Einwirkung von Essigsäure oder Alkohol abgegrenzt. Aus diesem Grunde muss ich es dahingestellt lassen, ob die Kernmembran in der durch Reagentien darstellbaren Form intra vitam vorhanden sei. Nichtsdestoweniger hebt sich der Kern auch im frischen, unveränderten Zustand gegen das Plasma ziemlich scharf ab, da die im Kern so reichlich auftretende Zwischensubstanz ein viel geringeres Lichtbrechungsvermögen, als die Substanz des Plasmas besitzt. Die durch Essigsäure darstellbaren Körnchenstränge des Kerninhaltes sind im frischen Zustande nur sehr undeutlich zu sehen. Dies hängt wahrscheinlich damit zusammen, dass die Zwischensubstanz und kleinen Körnchen des Kerninhaltes in Hinsicht der Dichte nur wenig verschieden sind. Die Nucleolen habe ich in Kernen von Mutterzellen, die ohne Zusatz untersucht wurden, stets als vollkommen homogene, stark lichtbrechende Körper gesehen (Fig. 54—56).

Die Nucleolen bieten im Stadium, welches durch die beschriebene Differenzirung des Kerninhaltes wohl charakterisirt ist, zwei sehr wichtige Eigenthümlichkeiten dar. Diese sind einmal, das fast constante Auftreten von Vacuolen in denselben nach der Einwirkung der angewandten Fixirungsreagentien (Essigsäure und Alkohol). Dieses Verhalten zeigen in ganz übereinstimmender Weise sowohl die grösseren als auch die kleineren Nucleolen multinucleolärer Kerne.

Die zweite Eigenthümlichkeit der Nucleolen ergibt sich aus dem Verhalten derselben gegen Methylgrün in Essigsäurelösung. Mit diesem Farbstoff sind die Nucleolen, im Gegensatz zu ihrem Verhalten auf einem früheren Stadium nicht färbbar. Dieses Verhalten ist um so auffälliger, als die Nucleolen die Fähigkeit sich mit Carmin zu tingiren nicht verlieren.

Ist das Stadium, auf dem im Inhalte des Kerns netzartig zusammenhängende Körnchenstränge nachweisbar sind, erreicht, so färben sich mit Methylgrün nur die letzteren und die Kernmembran. An Kernen des Alkoholmaterials sieht man daher nach der Tinction mit Methylgrün den farblosen Nucleolen, seitlich eine tief blaugrün gefärbte Körnermasse anliegen. Aus demselben Grunde treten in Kernen, die im frischen Zustande der Tinction mit Methylgrün in Essigsäurelösung unterworfen werden, die intranucleären, aus tingirbaren Körnchen bestehenden Stränge mit grosser Schärfe hervor.

Sowohl die Körnchenmassen durch die Einwirkung des Alkohols veränderter Kerne, als auch die intranucleären Stränge frischer Kerne, nehmen mit Methylgrün eine viel intensivere Tinctionsfärbung an, als die Nucleolen multinucleolärer Kerne junger, noch im Gewebeverband befindlicher Mutterzellen. Während des Heranwachsens der letzteren, findet also Abnahme des Tinctionsvermögens der Nucleolen und gleichzeitig Steigerung desselben in den körnigen Elementen des Kerninhaltes statt. Es deutet dieses Verhalten auf sehr erhebliche, während der Entwicklung der Mutterzelle erfolgende stoffliche Veränderungen der Kernsubstanz hin.

Im Verhältnisse zur Grösse des Kerns ist die Menge der in demselben vorhandenen färbbaren Elemente eine ziemlich geringe. Aus diesem Grunde kann sich der Nucleolus in tingirten Präparaten, auf diesem und etwas späteren Stadien, fast nie der Beobachtung entziehen. Dieser Umstand ermuthigte mich, die vorliegende Untersuchung in Angriff zu nehmen, wobei ich mir zunächst die Aufgabe stellte, die weiteren Schicksale des Nucleolus auf späteren Entwicklungsstadien der Pollenmutterzellen zu verfolgen.

Auf etwas späteren Stadien, die den Figur 5—7 und 8 *b* entsprechen, erscheinen die im Vorangehenden beschriebenen Bauverhältnisse des Kerns nicht unwesentlich verändert. Man bemerkt im Inhalt der Kerne neben den unveränderten Nucleolen noch ziemlich zahlreiche, grössere tingirbare Körner, deren Vertheilung innerhalb

der Zwischensubstanz keine Gesetzmässigkeit erkennen lässt. An der Membran sind noch keinerlei Veränderungen bemerkbar. Von den früheren, kleinen, zum Theil strangförmig angeordneten Körnchen, ist nichts zu sehen; dieselben wurden offenbar zum Aufbau der grösseren körnigen Gebilde verbraucht. Da die Gesammtmasse der letzteren absolut grösser ist, als die der kleinen Körnchen im früheren Stadium, so ist daraus zu schliessen, dass der Gehalt des Kerns an färbbaren Elementen mit dem Eintritt des Stadiums der körnigen Differenzirung seines Inhaltes, nicht unerheblich vergrössert wird.

Mit Essigsäure-Methylgrünlösung wurden in frischen Zellen Zustände der Kerne fixirt, die mit den eben beschriebenen Bildern des Alkoholmaterials die vollste Übereinstimmung erkennen liessen (Fig. 61—63). Unter diesen Präparaten traf ich auch auf Bilder, mit deren Hilfe sich die Veränderungen des Kerns, die dem Erscheinen der grösseren tingirbaren Körner vorausgehen, ohne Schwierigkeit verfolgen lassen. Nach einem derselben wurde die Fig. 60, welche offenbar einem Zwischenstadium entspricht, entworfen. Man sieht ganz unzweideutig, dass die Bildung der Körner in den Knotenpunkten des intranucleären Netzes erfolgt. Entsprechend ihrer Anlage sind die Körner auf diesem Stadium durch feine, ebenfalls tingirbare Fäden, die mit den Körnchensträngen identisch sind, miteinander verbunden.

Der weitere Fortschritt in der Entwicklung besteht in der Auflösung der Kernmembran. Die Figuren 8*a*, 9—10*a* zeigen die Zwischenstadien bis zur vollendeten Resorption der Kernmembran. Bevor noch dieselbe vollendet ist, erlangt die Zwischensubstanz des Kerns eine deutlich körnige, mit dem umgebenden Protoplasma übereinstimmende Beschaffenheit (Fig. 9, 10*a*). Nach erfolgter gänzlicher Auflösung der Kernmembran, bieten die Pollenmutterzellen der Fig. 8*a* entsprechende Bilder dar, die dadurch charakterisirt sind, dass im Plasma neben dem noch unveränderten Nucleolus eine Anzahl grösserer tingirbarer Körner auftritt.

Das Resultat der histologischen Veränderungen in den nächstfolgenden Stadien ist das Erscheinen eines kleinen, fast nur aus tingirbarer Substanz bestehenden hüllenlosen Kernes (Fig. 10*b*—18*a*, 66). Die Figuren 15 und 66 wurden nach frischen, mit Essigsäure-Methylgrün behandelten Präparaten entworfen. Die Substanz des neuen, oft Vacuolen bergenden Kerns ist von körniger Beschaffenheit. Seine Contouren zeigen fast immer einen unregelmässigen Verlauf, wie Kerne oder Nucleolen, die amöboide Bewegungen ausführen. In dem auf Fig. 12 abgebildeten Falle zeigt der Kern fast vollständig das Bild einer kleinen Amöbe. Man bemerkt an diesem Kern, ausser kleinerer Unebenheiten seiner Oberfläche, noch einen ziemlich langen, in das Protoplasma eindringenden längeren Fortsatz.

Vor Allem drängt sich jetzt die Frage auf, nach den genetischen Beziehungen dieses neuen Kerns zu demjenigen der früheren Stadien. Die Bildung des amöboid gestalteten Kerns denke ich mir in der Weise zu Stande gekommen, dass die im unmittelbar vorausgehenden Stadium vorhandenen und nach Auflösung der Kernmembran im Plasma isolirt auftretenden, tingirbaren Körner mit dem Nucleolus verschmelzen. Befunde, die der Figur 14 entsprechen, sind dieser Ansicht nicht ungünstig. Man sieht hier nämlich neben einer Anzahl kleiner tingirbarer Körner, noch einen grösseren kugeligen Körper von derselben Beschaffenheit. Die Körner treten in viel geringerer Anzahl als im früheren Stadium auf. Dies hängt, wie ich vermuthe, damit zusammen, dass ein Theil derselben bereits mit dem Nucleolus verschmolzen ist.

Bei der Deutung des neuen Kerns als eines aus dem Nucleolus, und den tingirbaren Körnern des früheren Stadiums hervorgehenden Verschmelzungsproductes, stütze ich mich ferner noch auf das häufige Vorkommen vacuolenartiger Hohlräume in der Masse desselben. In Bezug auf diese Bildungen im Nucleolus des ursprünglichen Kerns habe ich im Vorausgehenden bereits bemerkt, dass dieselben als Reagenswirkung aufzufassen sind. Ich glaube daher, nicht zu irren, wenn ich annehme, dass der Nucleolus auch während der Verschmelzung mit den tingirbaren Körnern sich in einem homogenen, vacuolenfreien Zustande befindet, und dass der neue Kern vor der Abtödtung durch Reagentien dieselbe Beschaffenheit besitzt. Das Auftreten der Vacuolen in dem durch Alkohol oder Essigsäure fixirten Kern, wäre daher in Zusammenhang mit dessen Gehalt an Stoffen zu bringen, die dem Nucleolus des früheren Kerns entstammen.

Zur Vervollständigung dieser Schilderung will ich noch eines Befundes erwähnen, dem die Fig. 11 entspricht. Man bemerkt im Plasma neben dem tingirten Kern, über dessen Entstehung ich mich soeben ausgesprochen

habe, ein kleines, aus hyaliner stark lichtbrechender Substanz bestehendes Kügelchen. An dem letzteren war eine Tinctionsfärbung nicht wahrzunehmen. Als diese Zelle in rollende Bewegung versetzt wurde, erschien dieses kleine Kügelchen bei veränderter Lage der Zellen, durch einen grösseren Abstand von dem Kern getrennt. Etwas Ähnliches habe ich auch an frischen Essigsäurepräparaten gesehen, welchen Befunden die Figuren 64 und 65 entsprechen. Beide Figuren zeigen dieselbe Zelle in zwei verschiedenen Lagen. In diesem Falle waren in der Masse des kleineren Inhaltskörpers drei Vacuolen wahrnehmbar.

Diesen Befunden entsprechende Bilder habe ich bei der Durchmusterung sehr zahlreicher, auf entsprechender Bildungsstufe befindlicher Mutterzellen, nur äusserst selten gesehen. Trotzdem geht aus meinen Beobachtungen mit Sicherheit hervor, dass diese, die Kerne einer relativ nur sehr geringen Anzahl von Mutterzellen begleitenden Gebilde, nicht durch amöboiden Zerfall der betreffenden Kerne entstandene Fragmente derselben darstellen können, da ich an denselben nach Behandlung mit Methylgrün in Essigsäurelösung nie auch nur die geringste Andeutung einer Tinctionsfärbung beobachtet habe. Dieses Verhalten, welches mit der Deutung der fraglichen Inhaltskörper als kernartiger Gebilde absolut unvereinbar ist, macht es unabweislich, dieselben als kleine Nucleolen anzusprechen, mit denen sie auch in sonstiger Beziehung übereinstimmen. Das nicht constante Auftreten dieser Körper ist ein sicherer Hinweis darauf, dass dasselbe gewisse Eigenthümlichkeiten der Organisation der Kerne mancher Mutterzellen zur Voraussetzung hat. Und diese betrachte ich als gegeben, in dem gelegentlich vorkommenden multinucleolären Zustand der Kerne, in der Entwicklung bereits vorgeschrittener Pollenmutterzellen. Die Antwort auf die Frage nach der Herkunft der kleinen mit Methylgrün nicht färbbaren Inhalbskörper liesse sich meines Erachtens auf die einfachste und natürlichste Weise so fassen: Bei den Vorgängen, durch welche in der bereits angedeuteten Weise aus dem ursprünglichen Kern ein neuer wesentlich verschieden gestalteter hervorgeht, finden regelmässig die Nucleolen und die tingirbaren Elemente des ersteren Verwendung. Befindet sich jedoch der Kern einer Pollenmutterzelle im Stadium, welches seiner Umgestaltung unmittelbar vorausgeht, in einem multinucleolären Zustand, so kann es sich ereignen, dass ein kleiner Nucleolus ohne mit den übrigen Theilen des alten Kerns zu verschmelzen im Plasma zurückbleibt, und in dieser Weise als ein vom neuen Kern gesondertes Gebilde zur Beobachtung gelangt. Die multinucleolären Kerne bereits isolirter Mutterzellen, enthalten aber am häufigsten nur zwei Nucleolen. Daraus würde sich ganz ungezwungen das Vorkommen nur eines einzigen, nicht tingirbaren Inhaltskörpers neben dem neuen Kern erklären.

Auf derselben Entwicklungsstufe könnte ein Kern, der aus einem ursprünglich trinucleolären hervorging, von zwei derartigen Gebilden begleitet sein. Dieser Schlussfolgerung entsprechende Zustände habe ich nicht aufgefunden. Daraus kann aber ein Bedenken gegen die Deutung der fraglichen Bildungen als Nucleolen um so weniger erwachsen, als trinucleoläre Zustände der Mutterkerne auf der in Betracht kommenden Entwicklungsstufe, wie ich früher bereits hervorgehoben habe, zu den Seltenheiten gehören, und daher die Auffindung entsprechender späterer Zustände nur zu sehr von einem glücklichen Zufalle abhängt.

Der Verlauf der Entwicklung der Pollenmutterzellen meines Untersuchungsobjects bietet das Eigenthümliche dar, dass der Mutterkern erst nach seiner Umgestaltung, durch die seine ursprüngliche Organisation so wesentlich modificirt wird, im Stadium der ersten Kernspindel in Action tritt. Trotz vielfältiger Bemühungen war ich nicht so glücklich, Zwischenstufen aufzufinden, mit deren Hilfe sich die Veränderungen verfolgen liessen, die der neue Kern bei seiner Umbildung in die Elemente der Kernplatte erfährt. Dieselbe besteht in der Regel aus isolirten, in der Richtung der Spindelaxe nur wenig verlängerten Körnern (Fig. 18 *b*). Nur selten verschmelzen die tingirbaren Elemente der Kernspindel zu einer äquatorialen Platte, die polwärts in spitze Zacken ausläuft (Fig. 19). Die Figuren 68 und 69 stellen dieselben Zustände in tingirten Essigsäurepräparaten dar, und zwar zeigt Fig. 68 die gewöhnlich vorkommende Form der Kernspindel in der Seiten-, die Fig. 69 in der Polansicht.

An frischen Präparaten sah ich die erste Kernspindel öfter in einem hellen, aus hyaliner oder sehr feinkörniger, schwach lichtbrechender Substanz gebildeten Binnenraume des Plasmas auftreten. In diesen Fällen erschien die Kernspindel gegen das Plasma hin, durch den, namentlich für die entsprechenden Zustände thierischer Zellen, charakteristischen hellen Hof abgegrenzt (Fig. 68—70). An Alkoholpräparaten habe ich

diese Verhältnisse nie wahrgenommen. Dies dürfte vielleicht damit zusammenhängen, dass die helle Zone durch die Alkoholwirkung körnig gerinnt.

Zuweilen findet man Kernspindeln, deren Bau einige Verschiedenheiten von der gewöhnlich vorkommenden Ausbildung derselben erkennen lässt. In Fig. 70 bemerkt man zu beiden Seiten der Kernplatte auftretende, polwärts verschobene Elemente derselben. Einem etwas späteren Stadium ist die Fig. 72 entnommen. Hier treten vereinzelte Elemente der Kernplatte, zwischen den bereits um ein beträchtliches Stück verschobenen Theilhälften der letzteren auf.

Den hellen, die Kernfigur aufnehmenden Binnenraum des Plasmas, habe ich in einigen Fällen an frischen Präparaten, auch im Stadium des Auseinanderweichens der Kernplattenhälften mit Deutlichkeit gesehen (Fig. 67).

Aus der Betrachtung der zuletzt beschriebenen Figuren erhellt, dass die gegen die Pole der Kernspindel sich hinbewegenden Kernplattenhälften aus Elementen bestehen, die nur wenig von denjenigen der früheren Kernplatte verschieden sind. Nur ausnahmsweise nimmt die Kernplatte bei ihrer Theilung die in Figur 71 dargestellte Gestalt an; sie ist dadurch bedingt, dass die anfänglich körnigen Elemente der Kernplatte vor ihrer Theilung in längere Stäbchen ausgezogen werden. Aus Gründen der Analogie wäre zu vermuthen, dass in diesen Fällen die auseinanderweichenden Kernplattenhälften aus stäbchenförmigen Elementen aufgebaut sind. Eine indirecte Bestätigung dieser Annahme ergibt sich aus dem in Fig. 20 dargestellten Befunde, welcher einem etwas späteren Stadium entspricht. Hier erscheinen die beiden jungen Tochterkerne an den einander zugewendeten Seiten zackig begrenzt, wie überhaupt Anlagen junger Kerne, die aus stäbchenförmigen Elementen hervorgehen, deren Verschmelzung an den polwärts gerichteten Enden beginnt.

Den gewöhnlich vorkommenden Zustand der jungen Kernanlagen illustrirt die Fig. 21.[1] Man bemerkt in der tingirten Masse derselben noch die grösseren Körner, denen wir bereits in der Kernplatte begegneten. Auf etwas späteren Stadien sind diese Körner nicht mehr sichtbar und es bestehen die jungen, anfänglich hüllenlosen Kerne aus feinkörniger Substanz (Fig. 22).

Verfolgt man das Verhalten der beiden, mittelst der Verbindungsfäden zusammenhängenden Secundärkerne auf den Stadien, die ihrer Theilung vorausgehen, so bemerkt man an ihnen Veränderungen, die sowohl ihre Gestalt als auch Structur betreffen. Die ersteren bestehen darin, dass dieselben durch ungleichmässigen Wachsthum in einer zur Längsäxe der früheren Kernspindel senkrechten Richtung sich flach ausbreiten. Diese Gestaltsveränderung erfahren die Secundärkerne noch vor dem Erscheinen der Zellplatte (Fig. 23*a*). Gleichzeitig gehen die bis dahin hüllenlosen, homogenen Kerne in eine höher differenzirte Form über. Sie erscheinen gegen das Plasma hin, durch eine Membran scharf abgegrenzt; ihr Inhalt differenzirt sich in eine Zwischensubstanz und unregelmässig in dieser vertheilte tingirbare Körner (Fig. 23*a*). Auf diesem Stadium besitzt der von den Verbindungsfäden durchzogene Binnenraum des Plasmas die Gestalt eines Cylinders, dessen Endflächen von den beiden abgeflachten Kernen gebildet werden. Es kommt nun zwischen den unter einander parallel verlaufenden Verbindungsfäden zur Bildung der Zellplatte (Fig. 23*b*), welche schliesslich die ganze Breite der Zelle durchsetzt. Es erfolgt dies unter gleichzeitig stattfindender Ausbreitung des Systems von Verbindungsfäden, indem zu den vorhandenen noch neue hinzugefügt werden, die mehr und mehr bogenförmig gekrümmt erscheinen (Fig. 24*a*, 25, 27). Aus den Figuren 23*b*, 25 und 27 ist zu entnehmen, dass das Wachsthum der Kerne noch längere Zeit fortdauert. In dem Masse als ihre Grösse dem Maximum sich nähert, erfährt ihr Inhalt noch eine weitere Veränderung, indem die Körnchen gegen die Peripherie des Kerns rücken und sich der inneren Oberfläche der Kernmembran als Körnerschicht anlegen. Auf entsprechenden Stadien bieten daher die Secundärkerne das Aussehen scharfbegrenzter, mit tingirbaren Körnern ausgekleideter, spaltenförmiger Hohlräume im Plasma dar.

[1] Die Längsaxe der Kernfigur war im abgebildeten Falle schief gegen die Unterlage gerichtet, sie erscheint daher in der Figur perspectivisch verkürzt.

Kommen zweikernige Mutterzellen mit bereits scheibenförmigen Kernen beim Rollen am Objectträger in entsprechende Lage, so zeigt die Polansicht der Kerne keine regelmässigen Contouren (Fig. 24*b*, die Polansicht der in Fig. 24*a* dargestellten Zelle). In einem noch viel höheren Grade ist dies auf späteren Entwicklungsstufen der Fall (Fig. 28*b*). In den auf Figur 29 abgebildeten Polansichten zweier Kerne, zeigen die wandständigen Körner ihres Inhaltes eine sehr deutliche, netzartige Anordnung. Es zeigen daher die von den Körnern nicht bedeckten Stellen der inneren Oberfläche der Membran polygonale Umrisse.

Bevor die beiden Secundärkerne sich zur Theilung anschicken, erfahren dieselben eine regressive, bis zur früheren Hüllenlosigkeit und homogenen Beschaffenheit fortschreitende Veränderung. Zuvor werden jedoch die Verbindungsfäden vom Plasma resorbirt; die provisorisch gebildete Zellplatte bleibt in den zweikernigen Mutterzellen noch längere Zeit als hyaliner Streifen sichtbar (Fig. 26, 28). In Bezug auf die Figur 26 will ich hier die Bemerkung einschalten, dass in der dargestellten Zelle die beiden Kerne beim Senken des Tubus bedeutend breiter und bei gewisser Einstellung des Mikroskopes, entsprechend den in Fig. 28*a* abgebildeten Verhältnissen, scheibenförmig ausgebreitet erschienen. Es entsprechen daher die Bilder beider Kerne in Fig. 26 nicht der ganzen optischen Durchschnittsansicht derselben. Ich hebe dies hervor, weil solche Bilder sonst zur Meinung führen könnten, dass auf dem in Betracht kommenden Stadium noch andere, als die eben beschriebenen Kernformen vorkommen.

Auf dem Stadium, welches der Fig. 30 entspricht, bemerkt man ausser der Zellplatte noch zwei hüllenlose, aus feingranulirter Substanz bestehende, noch deutlich abgeflachte Kerne. In den Fig. 31 und 32 dargestellte Befunde ergeben, dass die secundären Kerne in ihrem hüllenlosen Zustande eine nicht unbeträchtliche Volumverminderung erfahren, indem die Zwischensubstanz derselben zum grössten Theile resorbirt wird.

Die Auflösung der ersten, nur vorübergehend auftretenden Zellplatte erfolgt in centripetaler Richtung; sie beginnt am Rande und schreitet von hier gleichmässig gegen die Mitte fort. Die Überreste dieser Zellplatte sind oft noch auf dem Stadium der zweiten Kerntheilung sichtbar (Fig. 33, 39, 73, 74). Wie die Fig. 34 zeigt, ist dies nicht immer der Fall.

Der in Fig. 32 abgebildete Zustand der Tochterkerne scheint nicht unmittelbar in das Stadium der doppelten Spindel hinüberzuführen. Zwischenstadien, die diesen Befund mit den in den Fig. 33 und 34 dargestellten Zuständen naturgemäss hätten verknüpfen können, gelang mir nicht aufzufinden. Aus diesem Grunde bin ich nicht in der Lage etwas Näheres über die Eigenthümlichkeiten der Tochterkerne, und namentlich über die Differenzirung derselben unmittelbar vor ihrer Theilung angeben zu können. Trotz dieser in meinen Beobachtungen wahrscheinlich vorhandenen Lücke, lassen sich die geschilderten Entwicklungsvorgänge des Mutterkerns und seiner nächsten Descendenten dennoch insofern parallelisiren, als in beiden Fällen der Bildung der Kernspindel eine erhebliche Reduction der betreffenden Kerne vorangeht.

Die anfänglich homogenen Kerne zweiter Generation differenziren sich in analoger Weise wie ihre Mutterkerne und es stellen die ersteren im Stadium der Zellplattenbildung wieder von einer Membran begrenzte, bläschenförmige Gebilde dar, deren Inhalt aus einer reichlich auftretenden Zwischensubstanz und in dieser vertheilten Körnern besteht. (Fig. 36, 37, 43 u. A.).

Die Anordnung der vier Kerne ist eine zweifache: dieselben liegen entweder in e i n e r Ebene oder in den Ecken eines Tetraëders. Im ersteren Fall zeigen die Mutterzellen, nach vollendeter Theilung der beiden Kerne, während der Bildung der vier Zellplatten in den primären und frei entstandenen secundären Systemen von Verbindungsfäden,[1] die in den Fig. 35—37 dargestellten Verhältnisse. Der in Fig. 37 dargestellte Befund entspricht einer Lage der betreffenden Mutterzelle, in der je zwei Zellkerne jeder Zellhälfte übereinander liegen und daher zwei Systeme von Verbindungsfäden, in einer zur Unterlage senkrechten Richtung verlaufen. In dieser Lage besitzen die sichtbaren Systeme von Verbindungsfäden eine grössere Breite, als in der der Fig. 36 entsprechenden Lage der Mutterzelle. Aus der Fig. 37 ist noch zu ersehen, dass die Kerne zweiter Generation,

[1] Strasburger, Zellbildung und Zelltheilung. 1880, III. Aufl., p. 119, 151, 152.

während der Anlegung der Zellplatten sich einer mit dieser parallelen Richtung nicht unerheblich verlängern, und durch unregelmässig erfolgendes Wachsthum die Gestalt kurzer Schläuche annehmen.

Die tetraëdrische Anordnung der Kerne dritter Generation resultirt aus der Theilung der beiden Tochterkerne in gegeneinander senkrecht gerichteten Ebenen (Fig. 39). Je nach ihrer Lage bieten Mutterzellen mit tetraëdrisch angeordneten Enkelkernen den Fig. 40—42 entsprechende Bilder dar.

Die Zellbildung erfolgt in jedem Fall durch Scheidewände, die simultan aus den Zellplatten hervorgehen. Die Theilungsvorgänge selbst bedürfen für die Fälle, in denen die vier Enkelkerne in einer Ebene neben einander liegen, keiner weiteren Erörterung. Hinsichtlich der Ausbildung der Tetrade bieten jedoch die Mutterzellen der anderen Art, in denen die vier Kerne dritter Generation tetraëdrisch gelagert sind, eine ganz besondere, meines Wissens noch nicht beobachtete Eigenthümlichkeit dar, die dadurch bedingt ist, dass die vier Tochterzellen nicht wie zu erwarten wäre, tetraëdrisch, sondern paarweise übers Kreuz angeordnet sind. Im Einzelnen betrachtet, verläuft die Theilung dieser Art von Mutterzellen folgendermassen:

Die Bildung der Tetrade aus der Muterzelle wird durch drei Zellplatten eingeleitet. Durch eine derselben wird die Mutterzelle in zwei gleiche Hälften zerlegt, deren jede je zwei, mittelst ihren primären Verbindungsfäden zusammenhängende Kerne enthält. Die betreffende, die ganze Breite der Mittelzelle durchsetzende Zellplatte entsteht durch Vermittlung sämmtlicher frei entstandener Verbindungsfäden. Gleichzeitig erfolgt innerhalb der primären Verbindungsfäden jeder Zellhälfte die Bildung von Zellplatten, die entsprechend dem Verlaufe der betreffenden Verbindungsfäden, gegen einander senkrecht oder schief orientirt sind. Auf diesem Stadium entsprechen den Mutterzellen, die in Fig. 43 und 44 dargestellten Bilder. Dieselben zeigen in der unteren Zellhälfte zwei Kerne in der Durchschnittsansicht, zu beiden Seiten einer zur Bildfläche senkrecht gerichteten Zellplatte. Die obere Zellhälfte enthält zwei über einander liegende Kerne, die in der Seitenansicht sichtbar sind. Die zwischen den letzteren auftretende Zellplatte ist nicht sichtbar, da dieselbe in der Richtung der Bildfläche verläuft.

Entsprechend dem Verlaufe der Zellplatten werden die Mutterzellen durch drei radiale, simultan entstehende, die Oberfläche derselben rechtwinklig schneidende Scheidewände in vier kugelquadrantische Tochterzellen von gleicher Grösse zerlegt. Die Scheidewände selbst besitzen ungleiche Grösse. Die grösste unter diesen nimmt der Äquator der Mutterzelle auf; sie besitzt einen kreisförmigen Umriss und setzt sich mit allen Punkten ihres Umfanges der Innenfläche der Membran der Mutterzelle an. Ich will diese Scheidewand, durch welche die Mutterzelle in zwei gleiche Hälften zerlegt wird, als die äquatoriale bezeichnen. Die beiden übrigen Scheidewände besitzen einen halbkreisförmigen Umriss; sie setzen sich mit ihrer geraden Seite der äquatorialen Wand, mit ihrer convexen der Membran der Mutterzelle an. Diese kleineren Scheidewände verlaufen in zwei gegeneinander geneigten Ebenen.

Die in den Fig. 45 und 46 abgebildeten bilateralen Tetraden sollen die eben geschilderten Verhältnisse versinnlichen. Beide Figuren entsprechen einer Lage der betreffenden Mutterzellen, in der die äquatoriale Scheidewand parallel mit der Bildfläche verläuft und desshalb nur die beiden kleineren, in der Projection einander durchschneidenden Scheidewände sichtbar sind.

Die Figur 38 stellt paarweise mittelst ihren Verbindungsfäden zusammenhängende Kerne dritter Generation dar. Die Axe des Systems von Verbindungsfäden, des in der Zeichnung links befindlichen Kernpaares, verläuft in der Lage, welche die Mutterzelle inne hatte, parallel mit der Bildfläche, die des rechten ist jedoch gegen dieselbe etwas geneigt und daher in der Zeichnung perspectivisch verkürzt. Die vier Kerne nehmen also in diesem Falle eine Stellung ein, die weder den radiären (Fig. 36) noch der tetraëdrischen (Fig. 39—42) genau entspricht, sondern zwischen beiden die Mitte hält. Dasselbe ist auch auf dem in Fig. 75 abgebildeten Stadium der Fall, da bei gewisser Einstellung des Mikroskopes nur drei Kerne scharf gesehen wurden, während der vierte aus der Ebene der übrigen drei Kerne heraustrat. Weiter entwickelte Zustände solcher Mutterzellen mit intermediärer Lage ihrer Kerne dritter Generation habe ich nicht auffinden können. Die in den Fig. 38 und 75 dargestellten Befunde lassen es jedoch als zweifellos erscheinen, dass denselben entsprechende Tetraden, mit nur wenig seitlich verschobenen Zellenpaaren, gebildet werden.

Eine weitere Eigenthümlichkeit des von mir untersuchten Objectes besteht darin, dass einzelne Specialmutterzellen der Tedraden auf Stadien, die der Bildung der Pollenzellen vorausgehen, in den meisten Fällen noch nachträgliche Theilungen erfahren.

Die Figuren 47—50 stellen die weiter entwickelten Zustände anfänglich paarweise übers Kreuz angeordneten Specialmutterzellen dar. In der Fig. 47 besteht die untere Hälfte des kugeligen Complexes von Specialmutterzellen aus zwei kugelquadrantischen Zellen von nahezu gleicher Grösse.

In der oberen Hälfte sind die ursprünglichen Verhältnisse nicht mehr vorhanden. Hier finden wir an Stelle jeder Quadrantenzelle, je zwei aus diesen durch nachträgliche Theilung entstandene Schwesterzellen von ungleicher Grösse vor. In dem auf Fig. 48 dargestellten Falle ist der ganze Complex von Specialmutterzellen fünfzellig, und zwar besteht die eine Hälfte derselben aus zwei, die andere aus drei Zellen. Die Fig. 50 stellt einen sechszelligen Complex von Specialmutterzellen dar; sie entspricht einer Lage desselben, in der beide Quadrantenzellen der einen Hälfte — in der Figur der oberen — sich gegenseitig decken. Die vier Zellen der in der Zeichnung unteren Hälfte liegen paarweise übereinander. Dass dies wirklich der Fall ist, geht aus der Fig. 49 hervor, welche die Polansicht der betreffenden, aus vier Zellen von gleicher Grösse bestehenden Hälfte desselben Complexes darstellt.

Nachträgliche Theilungen einzelner Specialmutterzellen finden auch in solchen Tetraden statt, die aus Mutterzellen hervorgehen, deren vier Kerne in e i n e r Ebene liegen. In diesen Fällen theilt sich gewöhnlich nur eine einzige Zelle der Tetrade durch eine schief nach aussen gerichtete Wand, in zwei Tochterzellen von ungleicher Grösse, von denen die kleinere die Gestalt einer dreiseitigen Pyramide besitzt. Die Fig. 51 stellt einen derartigen fünfzelligen Complex von Specialmutterzellen dar. Bei der Lage, welche derselbe beim Entwurfe der Zeichnung inne hatte, waren beim Wechsel der Einstellung bald die untere, aus zwei Quadrantenzellen bestehende Hälfte, bald die obere sichtbar. Die Letztere wurde in der Fig. 51 abgebildet. Dieselbe zeigt drei Zellen von ungleicher Grösse, von denen die kleinste, im Umriss dreieckige, der nachträglich gebildeten Specialmutterzelle entspricht.

Seltener gehen aus den Tetraden vom zweiten Typus, auf späteren Entwicklungsstufen sechszellige Complexe von Specialmutterzellen hervor, die bei gewisser Lage den in Fig. 52 dargestellten Bau erkennen lassen. Man bemerkt hier an beiden Polen je eine kleinere, nachträglich gebildete Specialmutterzelle. Die Letzteren erscheinen auf beiden Polansichten der betreffenden Complexe von vier grösseren Zellen umgeben (Fig. 53).

Die Polansicht fünfzelliger Complexe von Specialmutterzellen (Fig. 51) zeigt je nach der Lage derselben vier oder fünf Zellen. Im letzteren Falle entspricht ihre Anordnung der Fig. 53.

Die durch die ungleiche Grösse der Specialmutterzellen bedingten Verschiedenheiten hinsichtlich der Grösse der jungen Pollenzellen, sind auch nach vollendeter Entwicklung derselben vorhanden, da eine nachträgliche Ausgleichung dieser Differenzen durch das spätere Wachsthum der kleineren Elemente des Pollens nicht erfolgt.

---

Durch die auf den vorhergehenden Blättern beschriebenen Befunde, von denen die meisten bereits Präcedentien in der neueren, so reichhaltigen Literatur über die Theilung pflanzlicher und thierischer Zellen, zumal in den grundlegenden Arbeiten S t r a s b u r g e r's finden, haben wir einen Überblick über die bei der Pollenbildung stattfindenden Vorgänge gewonnen.

Ich habe versucht, die eruirten Thatsachen auseinander abzuleiten und auf dem Wege des Vergleichs in eine entwicklungsgeschichtliche Reihenfolge zu verknüpfen. Es erübrigt mir daher noch zu zeigen, inwiefern meine Befunde und Vorstellungen von der Natur der geschilderten Vorgänge mit denjenigen anderer Forscher übereinstimmen oder von diesen abweichen. Zum Ausgangspunkt für diese Betrachtungen wähle ich die Veränderungen, welche der Kern der Pollenmutterzellen während des Wachsthums derselben, bis zum Eintritt des Stadiums der ersten Kernspindel erfährt.

Eine der am frühesten stattfindenden Veränderungen der jungen, noch im Wachsthum begriffenen Kerne, ergibt sich aus dem, in der Regel stattfindendem Übergang derselben aus dem multinucleolären in den uninucleolären Zustand.

Über analoge, mit der Entwicklung der Pollenmutterzellen sich ändernde Zustände ihrer Kerne, liegt bereits eine ausführlichere Mittheilung Hofmeister's vor.[1] Dieselbe betrifft den Kern der Pollenmutterzellen von *Commelyneen (Tradescantia virginica).* Er gibt an, dass der Kern noch miteinander zusammenhängender Mutterzellen mehrere, meist 4—5 in der Inhaltsflüssigkeit desselben schwimmende Nucleolen enthalte. Nach eingetretener Isolirung der Mutterzellen finden sich in jedem Kern bis zu sechs Nucleolen; erst bei fernerer Entwicklung vermindert sich die Zahl derselben bis auf einen, dessen Durchmesser den des grössten Nucleolus auf einem früheren Stadium um das Drei- bis Vierfache übertrifft. Hofmeister bemerkt hierüber: „Es scheint, dass eines jener Kernkörperchen an Grösse stetig zunimmt, während die Übrigen resorbirt werden. Unterstützt wird diese Vermuthung dadurch, dass in den selteneren Fällen, in welchen die Kerne weiter entwickelter Mutterzellen zwei bis drei Kernkörperchen führen, das Eine bei weitem grösser ist, als das Andere.“ Von Interesse ist ferner die Angabe Hofmeister's, dass die Nucleolen als länglichrunde Massen eines sehr dichten Schleimes erscheinen, in welchem einer oder zwei Hohlräume sich befinden.

Der Vergleich der von Hofmeister beschriebenen Verhältnisse, mit den von mir gemachten Beobachtungen, ergibt für die Pollenmutterzellen der *Commelyneen* und derjenigen von *Hemerocallis fulva*, eine völlige Übereinstimmung hinsichtlich des Verhaltens der Nucleolen während des Wachsthums der Kerne.

Die Schilderung, welche Baranetzky[3] von dem Baue ganz junger Pollenmutterzellen von *Tradescantia*-Arten (*T. virginica, pilosa, subaspera, discolor* und *zebrina)* entwirft, lässt sich mit den Angaben Hofmeister's kaum in Einklang bringen. Dies muss um so mehr überraschen, als beide Forscher zu ihren Untersuchungen sich nur der Wasserpräparate bedienten. Baranetzky schreibt: „Das Verhalten der Kernkörperchen ist mir nicht ganz klar geworden. Bei *T. zebrina* scheint in jungen Pollenmutterzellen immer ein grosses Kernkörperchen vorhanden zu sein. Bei den anderen von mir untersuchten *Tradescantien* war ein solches bald deutlich sichtbar, bald schimmerte es nur undeutlich durch und war schliesslich in anderen (und zwar den meisten) Kernen gar nicht zu erkennen. Es scheint mir darum wahrscheinlich, dass in den ruhenden Kernen die Kernkörperchen immer vorhanden sind; ihre Sichtbarkeit hängt aber von ihrer relativen Dichte im Vergleich mit der Dichte und Durchsichtigkeit der sie einschliessenden Kernsubstanz.“

An eine Vereinigung dieser die Nucleolen betreffenden Angaben von Baranetzky mit denjenigen Hofmeister's lässt sich gar nicht denken und es könnte daher fast bedenklich erscheinen, die *Comelyneen* zum Vergleich mit dem von mir bei *Hemerocallis* beobachteten Verhältnisse heranzuziehen. Nach den Angaben von Baranetzky zu urtheilen, wäre es sogar zweifelhaft, ob bei den *Tradescantien* überhaupt multinucleoläre Zustände der Kerne der Pollenmutterzellen vorkommen. Mir steht das betreffende Untersuchungsmaterial nicht zu Gebote, um zwischen den Angaben beider genannter Forscher auf Grund eigener Beobachtungen entscheiden zu können. Bei dieser Sachlage müssen mir einige Angaben von Strasburger über das Verhalten des Kerns der Pollenmutterzellen von *Tradescantia virginica* und *elata* um so werthvoller erscheinen. Darüber spricht sich Strasburger folgendermassen aus: „Die noch verbundenen Mutterzellen zeigen relativ grobnetzförmigen Inhalt; ein oder mehr Kronkörperchen liegen excentrisch, sind manchmal auch schwer zu unterscheiden. Folgt ein grobkörniger, dann ein gewunden fadenförmiger Zustand. Die excentrischen Kernkörperchen sind noch zu unterscheiden, namentlich an Alkohol-Carmin-Präparaten, wo sie weniger intensiv gefärbt als die gewundenen Fäden sich zeigen“.[2] Weitere Einzelnheiten über das Verhalten der Nucleolen werden von Strasburger nicht angegeben. Immerhin gestattet aber die Schilderung Strasburger's mit Sicherheit den Schluss zu ziehen, dass bei den *Tradescantien* in jungen Pollenmutterzellen multinucleoläre Kerne vorkommen. Bezüglich der Angaben von Baranetzky muss ich daher annehmen, dass demselben auf der entsprechenden Entwicklungs-

[1] Bot. Zeit. 1848, Sp. 425.

[2] Zellb. und Zellth. III. Aufl., p. 146.

[3] Bot. Zeit. 1880, Sp. 241 ff,

stufe befindliche Pollenmutterzellen nicht zur Untersuchung vorlagen und dass seine Beschreibung der Bauverhältnisse der Kerne ganz junger Pollenzellen, die den Ausgangspunkt seiner Darstellung bildet, auf die bereits von Hofmeister beschriebenen secundären Zustände derselben sich bezieht.

Hinsichtlich ihres feineren Baues schliessen sich die, gewöhnlich uninucleolären Kerne der Mutterzellen von *Hemerocallis fulva*, eng an denjenigen der Kerne unreifer thierischer Eier, die sogenannten Keimbläschen an. Diese Ähnlichkeit wird hauptsächlich durch die auf dem betreffenden Stadium sich so deutlich ausprägende Anordnung der tingirbaren Bestandtheile des Kerninhaltes bedingt (Fig. 57—59). — Nach dem Zustandekommen bereits geschildeter Veränderungen gelangt der Kern auf einem späteren Stadium in einen Zustand, der durch das Auftreten isolirter, in der Zwischensubstanz regellos vertheilter grösserer, tingirbarer Körner charakterisirt ist. Ich will diesen Zustand des Kerns als den grobkörnigen bezeichnen. (Fig. 5—7 u. A.).

Aus der Schilderung, welche Baranetzky[1] von dem Verhalten des Kernes der Pollenmutterzellen von *Hemerocallis flava* entwirft, entnehme ich, dass er bereits bei diesem Object Bilder gesehen hat, die den von mir beschriebenen grobkörnigen Zuständen des Kernes von *Hemerocallis fulva* vollkommen entsprechen. Derselbe schreibt: „Der Kern erscheint jetzt wie eine glashelle Vacuole an deren einer Seite ein zur Zeit gewöhnlich noch unverändertes grosses Kernkörperchen liegt, während der übrige Raum von einer Gruppe dichter, scheinbar homogener Klümpchen eingenommen wird.“ Die letzteren Gebilde sind wohl identisch mit den tingirbaren Gebilden des Kerns, in seinem grobkörnigen Zustande, meiner Präparate.

Baranetzky gibt fener noch an, dass in den sich differenzirenden primären Kernen der Pollenmutterzellen von *Pisum sativum* und *Hesperis matronalis* isolirte, dichte, deutlich contourirte Klümpchen auftreten, die bald eine abgerundete (*Pisum*, l. c. Fig. 44), bald stäbchenartig verlängerte Gestalt zeigen (*Hesperis*, l. c. Fig. 52). Er leitet dieselben von dunklen, anfangs nicht scharf umschriebenen Flecken ab, die durch locale Ansammlung der ursprünglich gleichmässig feinkörnigen Substanz der primären Kerne entstehen. Das Kernkörperchen soll nach Baranetzky neben den Klümpchen noch vorhanden sein, später wird die Substanz desselben „in Form von 4—5, zuerst undeutlich, dann immer schärfer umschriebenen Partien ausgeschieden (*Pisum, Lathyrus*, *Hesperis*,), welche schliesslich als isolirte Klümpchen zwischen eben solchen, durch Kerndifferenzirung entstandenen nicht weiter zu unterscheiden sind“.[2]

Eine Prüfung dieser Angaben Baranetzky's schien mir aus dem Grunde geboten zu sein, weil aus denselben hervorgehen würde, dass auch bei *Pisum, Lathyrus* und *Hesperis* auf einem gewissen Stadium im Kern der Pollenmutterzellen neben dem Kernkörperchen noch isolirt auftretende, den tingirbaren Körnern bei *H. fulva* und *flava* entsprechende Gebilde auftreten.

Bei der Controle dieser Angaben von Baranetzky musste ich mich auf *Pisum sativum* und *Hesperis matronalis* beschränken.

Was die Kerne von *Hesperis matronalis* betrifft — ich untersuchte die frischen Pollenmutterzellen in Essigsäure-Methylgrün — so stellen dieselben auf einem Stadium, in dem die Isolirung der Mutterzellen beginnt, scharf umschriebene, sehr intensiv tingirbare Fadenknäuel dar. Das mit Methylgrün ebenfalls färbbare Kernkörperchen ist zwischen den Windungen der Kernfäden, die sehr dicht an einander liegen, nur sehr schwierig wahrnehmbar. Auf etwas späteren Stadien liegt die Kernfigur in einem helleren Binnenraum des Plasmas, in dem die Kernfäden sich etwas ausbreiten, so dass dieselben nun viel lockerer als früher nebeneinander liegen. Die Kernmembran und der Nucleolus sind nicht mehr wahrnehmbar. Später zerfallen die Kernfäden in kleinere Stücke, die bogenförmig gekrümmt sind. Unmittelbar vor dem Erscheinen der Kernspindel wird der Kern durch eine geringe Anzahl kurzer, schwach bogenförmig gekrümmter Stäbe repräsentirt, deren Dicke diejenige der früheren Kernfäden bedeutend übertrifft. Diese Elemente treten, indem sie sich gerade strecken und parallel neben einander stellen, zur Bildung der Kernplatte zusammen. Auf dieses Stadium kann Baranetzky's Figur 52 bezogen werden.

---

[1] Bot. Zeit. 1880, Sp. 286.
[2] L. c. Sp. 287.

Aus den obigen Befunden geht hervor, dass Baranetzky wichtige Zwischenstadien, die zur Bildung der kurz-stäbchenförmigen, später in der Kernplatte auftretenden Elemente führen, nämlich die auf sehr früher Entwicklungsstufe bereits stattfindende fädige Differenzirung des Zellkernes nicht gesehen hat. Da ferner alle Veränderungen des Kernes bis zum Erscheinen der ersten Kernspindel sich im innigsten Anschlusse an diese Structur vollziehen und der Nucleolus bereits vor dem Erscheinen der stäbchenförmigen Elemente verschwunden ist, so kann die von Baranetzky gegebene Darstellung der betreffenden Vorgänge, wohl kaum als dem wirklichen Gange der Kerndifferenzirung entsprechend angesehen werden.

Die Ergebnisse, die ich mit Hilfe der durch Strasburger bei einer Reihe anderer Objecte erprobten Methode, bei *Pisum sativum* erhalten habe, lassen ebenfalls gar keine Übereinstimmung mit den betreffenden Angaben von Baranetzky erkennen. Der primäre Kern der Pollenmutterzellen besitzt auf dem Stadium der beginnenden Isolirung eine deutlich sichtbare Kernmembran. Sein Inhalt besteht aus einem relativ sehr grossen, nicht tingirbaren Nucleolus und einem, in Folge der Tinction aus der Zwischensubstanz sehr scharf hervortretenden, dichten Fadenknäuel. Der Nucleolus besitzt die Gestalt einer Halbkugel oder Calotte. Mit seiner gekrümmten Oberfläche legt sich derselbe der Kernmembran dicht an. Durch das angewandte Tinctionsverfahren konnte mit grösster Sicherheit constatirt werden, dass zwischen den Kernfäden und dem Nucleolus kein Zusammenhang besteht. Befinden sich die Zellen, respective Kerne in entsprechender Lage, so sieht man zwischen dem Fadenknäuel und Nucleolus, stets einen schmalen Zwischenraum, in dem nur die nicht tingirbare Zwischensubstanz des Kerninhaltes auftritt. Sehr eigenthümlich ist das Verhalten des Nucleolus in den die Kerntheilung vorbereitenden Stadien. Anfänglich besteht derselbe aus homogener, stark lichtbrechender Substanz. Später sind am Nucleolus eine dichte, äussere und eine innere, bedeutend schwächer lichtbrechende mittlere Schichte unterscheidbar. Endlich findet man Stadien, auf denen neben dem noch unveränderten Fadenknäuel ein sehr schwach lichtbrechender Körper gefunden wird, dessen Umrisse vollkommen demjenigen des ursprünglichen Nucleolus entsprechen. Nach erfolgter Resorption der Kernmembran verschwindet auch dieser Überrest des Nucleolus, und es bleibt vom früheren Kern nur der fädig differenzirte Theil desselben zurück, um schliesslich zur Bildung der Kernplatte verwendet zu werden. [1]

Baranetzky's Figur 43 dürfte den von mir bei *Pisum* gesehenen Bildern am nächsten kommen. Dieselbe zeigt im hellen Mittelraum des primären Kerns einen Nucleolus und neben demselben einen grösseren und kleineren aus körniger Substanz bestehenden Klumpen. Ich vermuthe, dass die grössere Körnermasse, den durch das von Baranetzky angewandte Untersuchungsmedium geschrumpften, fädigen Theil des Kerninhaltes darstellt. Hingegen habe ich Zustände des Kerns die seinen Figuren 42 und 44 entsprechen würden, wo neben dem noch unveränderten Nucleolus grössere, körnige Gebilde dargestellt sind, nie gesehen.

Dass Baranetzky's und meine Befunde so vielfach und in so fundamentalen Punkten auseinander gehen, hängt jedenfalls nur mit den Verschiedenheiten der von uns angewendeten Untersuchungsmethoden zusammen. Ich zweifle übrigens nicht im Geringsten daran, dass ein so tüchtiger Beobachter wie Baranetzky, die von ihm gesehenen, allerdings nicht zweckmässig behandelten und dazu noch untingirten Objecte, richtig beschrieben hat.

Das Hauptsächlichste, was ich gegenüber den Angaben von Baranetzky in Bezug auf *Pisum* und *Hesperis* habe feststellen können, besteht im Nachweise, dass bei diesen beiden Objecten mit den grobkörnigen Zuständen des primären Kerns von *Hemerocallis flava* und *fulva* vergleichbare Differenzirungsstadien nicht vorkommen und die ersteren auf einen viel engeren Verwandtschaftskreis beschränkt sind, als dies aus den Untersuchungen Baranetzky's hervorgehen würde. —

Wir haben im Vorhergehenden als Resultat der regressiven Metamorphose, durch welche der primäre Kern der Mutterzelle theilungsfähig wird, die Bildung eines kleinen, fast nur aus Kernsubstanz bestehenden Kernes kennen gelernt, an dem weder eine Membran, noch nucleusartige Bildungen nachweisbar sind. Auf dem

---

[1] Die Angabe Baranetzky's in Bezug auf das Fehlen der Kernspindel hat bereits Strasburger berichtigt. Zellb' und Zellth. III. Aufl. p. 151.

entsprechenden Stadium tritt uns der primäre, amöboid gestaltete Kern auf einer Bildungsstufe entgegen, wie sie allgemein den einfachsten und primitivsten Kernformen eigenthümlich ist. Als solche betrachtet R. Hertwig[1] Kerne, welche aus einer in allen Theilen gleichmässig von „Kernsaft“ durchtränkten Kernsubstanz bestehen. Auch Bütschli[2] zieht aus den bei der Hervorbildung von Tochterkernen stattfindenden Vorgängen den Schluss, dass der homogene und dichte Zustand überhaupt die ursprünglichste und einfachste Form des Auftretens der Kerne sei.

Das geschilderte Verhalten des primären Kerns der Pollenmutterzellen, lässt sich ganz unbedenklich mit den Vorgängen parallelisiren, durch welche bei der Reifung thierischer Eier, aus dem Kern des unreifen Eies, d. i. dem Keimbläschen, der befruchtungs-, respective theilungsfähige Kern des reifen Eies, der Eikern, hervorgeht. O. Hertwig[3] schildert diese Reifungserscheinungen thierischer Eier mit folgenden Worten: „Dieselben laufen im Wesentlichen darauf hinaus, dass die während des Eiwachsthums hochdifferenzirte Kernform kurz vor dem Eintritt der Embryonalentwicklung wieder eine primitive Beschaffenheit annimmt, um bei der Zelltheilung in Function treten zu können“. Diese neue Kernform unterscheidet sich vom früheren Keimbläschen, nach O. Hertwig durch beträchtlich geringere Grösse, den Mangel wirklicher Nucleolen und einer besonderen, vom Inhalt stofflich verschiedenen membranösen Hülle, so wie auch dadurch, dass die Kernsubstanz und der Kernsaft sich völlig durchdringen.

Daraus geht hervor, dass die beiden genetisch zusammenhängenden Formen des primären Kerns der Pollenmutterzellen in ein ähnliches Verhältniss zu einander treten, wie das Keimbläschen zum Eikern thierischer Eier. —

Als das wichtigste Ergebniss meiner Untersuchungen betrachte ich die Befunde, aus denen hervorgeht, dass in manchen Fällen im Plasma neben dem umgebildeten primären Kern, noch ein kleineres, dem letzteren entstammendes kugeliges Gebilde auftritt. Die Frage nach der Herkunft desselben beantwortete ich im Vorangehenden dadurch, dass ich diesen Körper als einen kleinen, bei der Neugestaltung des Kernes nicht verwendeten Nucleolus deutete. Das Erscheinen der fraglichen Gebilde im Plasma hat aber meiner Meinung nach, eine ganz bestimmte Organisation des primären Kerns zur Voraussetzung. Diese betrachte ich in den gelegentlich vorkommenden multinucleolären Zuständen der Mutterkerne als gegeben, da ich auf früher dargelegte Gründe mich stützend, annehmen muss, dass in uninucleolären Kernen sämmtliche geformte Elemente derselben zum Aufbau der neuen Kerne verwendet werden.

Muss auch nach den mir vorliegenden Befunden zu urtheilen der Vorgang der Ausstossung eines morphologischen Elements aus dem zur Theilung sich anschickenden Kern, gerade so wie der multinucleoläre Zustand der Kerne, wegen seiner Seltenheit als ein abnormer Vorgang bezeichnet werden, so bietet derselbe insofern einiges Interesse dar, als derselbe an einige, die Umbildung des Keimbläschens thierischer Eier begleitende Vorgänge erinnert.

Die Beobachtungen O. Hertwig's über die Veränderungen des Keimbläschens von *Haemopis* während der Reifung des Eies, sind besonders geeignet, unser Interesse an dieser Stelle in Anspruch zu nehmen. Nach Hertwig enthält das von einer zarten Membran begrenzte, mit tingirbarem Kernsaft erfüllte Keimbläschen einen einzigen gewöhnlich vacuolisirten Keimfleck. Ausserdem trifft man im Kern noch auf eine geringe Anzahl kleiner, tingirbarer Kügelchen und Körnchen (Nebenkügelchen). Bei der Reifung des Eies wird nach Hertwig die Membran des Keimbläschens aufgelöst, so dass auf einem gewissen Stadium an Stelle desselben nur noch eine verschwommene, körnchenfreie, helle Stelle im Dotter bemerkbar wird, in der bei Osmium-Carminbehandlung Theile des Nucleolus sichtbar gemacht werden können. In zwei Eiern fand Hertwig in der körnchenfreien Stelle einen einzigen rubinroth gefärbten Körper, der in Grösse dem Keimfleck vollkommen entsprach, in anderen „befanden sich zwei oder drei aus Kernsubstanz bestehende, ungemein deutlich durch ihre Färbung aus dem

---

[1] Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung d. versch. Kernformen. Morpholog. Jahrb. Bd. II, p. 71.

[2] Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, etc. Frankfurt, 1876, p. 195.

[3] Morphol. Jahrb. III, p. 79.

Dotter hervortretende kleinere Stücke, die unregelmässige Ränder und Fortsätze besassen, wie Nucleoli, die amöboide Bewegungen ausführen".[1] Auf dieses Stadium folgt dasjenige des Richtungsamphiasters, dessen Spindeltheil aus den Theilstücken des Nucleolus und einem Rest des Kernsaftes entsteht. O. Hertwig lässt es aber dahingestellt, ob der ganze Nucleolus oder nur ein Theil desselben, und ob die tingirbaren Nebenkügelchen in die Zusammensetzung der Spindel mit eingehen.[2] Einem früheren Entwicklungsstadium angehörige, noch undeutlich begrenzte Richtungsspindeln, lassen nach Hertwig in ihrer Mitte kleine, verdichtete Körnchen erkennen, die aber noch nicht zu einer regelmässigen Körnchenscheibe, der Kernplatte Strasburger's, angeordnet erscheinen. Daran anknüpfend, erwähnt Hertwig eines weiteren, höchst merkwürdigen Befundes. Er schreibt l. c. p. 14: „Auffällig war, dass an solchen Präparaten neben einem der beiden Spindelenden noch ein kleines, rundes Kügelchen zu bemerken war, das sich in Carmin besonders intensiv färbte und daher wohl auch als Korntheil in Anspruch genommen werden muss".

In einer späteren Abhandlung O. Hertwig's[3] findet sich eine durch weitere Angaben ergänzte und durch einige Figuren illustrirte Darstellung seiner eben referirten Befunde. Aus dieser geht hervor, dass der spindelförmige Körper und das Kügelchen entweder von einem hellen Hofe oder von der Membran des Keimbläschens umgeben sind, oder ganz im Eidotter liegen. Ferner betont Hertwig, dass der kugelige Kerntheil stets in Eiern fehle an denen die Bildung der Richtungskörper beginnt.

Führt schon diese letztere Angabe, in Verbindung mit der Tinctionsfähigkeit des kleinen neben der Richtungsspindel liegenden Gebildes zur Vermuthung, dass dasselbe einen bei der Bildung der ersteren nicht verwendeten Bestandtheil des früheren Keimbläschens repräsentirt, so liefert doch erst der von O. Hertwig ermittelte Verlauf der Reifungserscheinungen am Ei der Seesterne[4] sichere Anhaltspunkte für die Beantwortung der Frage nach der Herkunft desselben. Aus den sehr eingehenden von Hertwig an den Eiern von *Asteracanthion* angestellten Untersuchungen ergibt sich nämlich, dass zur Bildung der Richtungsspindel in erster Linie nur der innere, aus Paranuclein bestehende, durch stärkeres Tinctionsvermögen und geringere Quellungsfähigkeit ausgezeichnete Theil des Nucleolus des Keimbläschens verwendet wird. Indem ich in Bezug auf die höchst interessanten Einzelheiten bei der Bildung der Richtungsspindel auf das Original und das Referat im Buch von Strasburger[5] verweise, will ich der Darstellung O. Hertwig's nur jene Punkte entnehmen, die sich auch zur Deutung meiner Befunde verwerthen lassen könnten. In dieser Hinsicht ist zunächst die Angabe Hertwig's von Interesse, dass auf einem gewissen Entwicklungsstadium der Eier von *Asteracanthion* im Eidotter, neben dem peripheren, anfänglich zum Radius des Eies schräg gestellten Richtungsamphiasters, ein namentlich nach Reagensbehandlung deutlich hervortretender Rest des Keimbläschens nachweisbar ist. Derselbe besteht aus der theilweise aufgelösten und zusammengefalteten Kernenmembran und körnigen Bildungen, unter denen der aus Nuclein bestehenden Rindentheil des früheren Keimflecks zu bemerken ist. Auf einem späteren Stadium ist die Kernmembran nicht mehr nachweisbar und vom Nucleolus und den übrigen körnigen Bildungen ist nur ein kleiner, mit dem Plasma noch nicht vermischter Rest sichtbar. Diese Zustände führen zu Stadien über, auf denen im Dotter ausser dem nun radiär gestellten Richtungsamphiaster, kein weiterer Bestandtheil des früheren Kerns nachweisbar ist.[6]

Ganz analoge Entwicklungsvorgänge beschreibt O. Hertwig[7] am Ei des Echinodermen *(Sphaerechinus brevispinosus)*. Er fand ferner im frisch gelegten Ei von *Mytilus* in der Nähe des Richtungsamphiasters ein von der Dottersubstanz verschiedenes, zuweilen auch in zwei Hälften getheiltes Kügelchen. Hertwig deutet

---

[1] L. c. p. 12.
[2] L. c. p. 18.
[3] Morphol. Jahrb. Bd. IV, p. 191 und Taf. X, Fig. 14*a*—*c*.
[4] Morphol. Jahrb. Bd. IV. p. 158 ff.
[5] Zellbildung und Zelltheilung. III. Aufl. p. 268.
[6] Morphol. Jahrb. Bd. IV, p. 164 und Taf. VIII, Fig. 3, 5, 6, 7.
[7] Morphol. Jahrb. Bd. IV, p. 193 ff.

dasselbe in Übereinstimmung mit den bei *Asteracanthion* erhaltenen Befunden als den in beständiger Abnahme begriffenen Rest des Keimflecks.[1]

Hinsichtlich des Verhaltens des Keimbläschens von *Pterotrachea* und *Phyllirhoë* gibt Hertwig[2] an, dass dasselbe in frisch gelegten Eiern statt der nucleusartigen Bildungen einen faserigen, spindelförmigen Körper enthält. Derselbe liegt in dem durch die Reagenswirkung geronnenen Inhalt des Keimbläschens, dessen Membran auf diesem Stadium noch nachweisbar ist; sie ist jedoch an zwei den Spindelpolen gegenüberliegenden Punkten durchbrochen. Später wird die Membran des Keimbläschens resorbirt und es liegt dann die freigewordene Spindel, umgeben von dem noch nicht resorbirten, in Reagenspräparaten körnig geronnenen Reste des Kernsaftes, im Centrum des Dotters. Von hier steigt die Spindel zum animalen Eipol empor, wo dieselbe eine radiale Stellung einnimmt. Während dieser Lageveränderung der Richtungsspindel werden die Reste des Kernsaftes resorbirt.

Die Berechtigung, die am Keimbläschen während der Reifung des Eies erfolgenden Veränderungen zum Vergleich mit dem von mir geschilderten Verhalten des primären Kerns der Pollenmutterzellen heranzuziehen, liegt in dem von O. Hertwig erbrachten Nachweise, dass die Bildung der Richtungskörper als ein Theilungsvorgang der Eizelle aufzufassen ist, mit der einzigen Abweichung vom typischen Verlaufe, dass in diesem Falle Theilungsproducte von sehr verschiedener Grösse gebildet werden. Der fragliche Vorgang könnte daher nach Hertwig genauer als Zellknospung bezeichnet werden.[3]

Halten wir an dieser Deutung fest, so können wir die von Hertwig geschilderten, in mannigfachen Modificationen verlaufenden Veränderungen des Keimbläschens bei der Reifung des Eies, einen den natürlichen Verhältnissen entsprechenden Ausdruck dadurch verleihen, dass wir dieselben mit den Veränderungen, welche Zellkerne überhaupt vor ihrer Theilung erleiden, in Parallele bringen. Gegenüber dem Verhalten der Kerne von pflanzlichen und thierischen Gewebezellen erscheint dasjenige des Keimbläschens in den von O. Hertwig untersuchten Fällen insofern modificirt, als bei der Bildung der Richtungsspindel, das Keimbläschen nur mit einem höchst geringen Theil seiner früheren Masse in Action tritt. Dies erfolgt in einem Stadium, in dem die aus nichtactiver Kernsubstanz bestehenden Theile des Keimbläschens noch in Resorption begriffen, und als solche im Plasma nachweisbar sind.

Überschauen wir nochmals die Erscheinungen, unter denen die Umbildung der multinucleolären Kerne der Pollenmutterzellen in eine primitive Kernform erfolgt, so finden wir in ihnen einen Anschluss an die durch O. Hertwig am thierischen Ei ermittelten Verhältnisse. Derselbe ergibt sich aus dem gesonderten Auftreten eines geformten Bestandtheils der früheren höher differenzirten Kernform, neben dem Derivat derselben auf einem späteren Stadium. Ich betrachte daher die kleinen kugeligen Gebilde, welche in manchen Fällen, den durch die regressive Metamorphose reducirten primären Kern der Mutterzellen begleiten, als das Homologon der bei der Bildung des Richtungsamphiasters nichtactiven Elemente des Keimbläschens.

Meines Erachtens steht dieser Auffassung Nichts im Wege, da wir es in beiden zum Vergleich in Betracht genommenen Kategorien von Fällen mit Zellen zu thun haben, in denen sich zur Theilung führende Vorgänge abwickeln und eine Differenz sich nur in Bezug auf einen Punkt von übrigens ganz untergeordneter Bedeutung ausspricht. Dieselbe ergibt sich daraus, dass bei den in näheren Betracht kommenden pflanzlichen Kernen ihre active Substanz zunächst noch zum Aufbau eines neuen Kerns verwendet wird. Mit der längeren Dauer dieses Stadiums, welches nach den vorliegenden Befunden O. Hertwig's zu urtheilen beim Keimbläschen thierischer Eier entweder gar nicht vorhanden ist oder doch sehr rasch durchlaufen wird, hängt zusammen, dass der ausgeschiedene Kerntheil der Pollenmutterzellen im Stadium der ersten Kernspindel nicht mehr nachweisbar ist.

O. Hertwig hat dem neben der Richtungsspindel des *Haemopis*-Eies auftretenden Kügelchen keine bestimmte Deutung gegeben, indem er dasselbe schlechtweg als Kerntheil bezeichnet.[4] Für die Annahme,

---

[1] Morphol. Jahrb. Bd. IV, p. 201.

[2] L. c. p. 206.

[3] L. c. Bd. III. p. 28.

[4] L. c. Bd. III, p. 14; Bd. IV, p. 192.

dass das fragliche Gebilde aus den Nebenkügelchen des Keimbläschens hervorgehe, finde ich in seinen Beobachtungen keine Stütze. Denn er gibt an, dass er in zwei Eiern nach bereits erfolgter Auflösung der Kernmembran, einen einzigen nach Carminbehandlung rubinroth gefärbten, von einem körnchenfreien Hofe umgebenen Körper vorfand, der in Grösse dem Keimfleck vollkommen entsprach.[1] Daraus würde mit Sicherheit hervorgehen, dass die Nebenkügelchen schon vor dem Erscheinen der Kernspindel nicht mehr vorhanden sind und daher auch bei der Bildung des kleinen Kügelchens keine Rolle spielen können. Von Wichtigkeit ist ferner die Angabe O. Hertwig's, dass bei den in Reifung begriffenen Eiern der Keimfleck in zwei oder drei Stücke zerfällt. Dieselben entsprechen offenbar den amöboid gestalteten Körperchen, die nach erfolgter Auflösung der Kernmembran, an Stelle eines einzigen in der körnchenfreien Zone des Dotters auftreten. Aus diesen Befunden wäre der Schluss zu ziehen, dass das Keimbläschen bei der Reifung in den multinucleolären Zustand übergeht, der in manchen Fällen auch auf späteren Stadien erhalten bleibt. Darauf gestützt, glaube ich an der Hand der von mir für die Pollenmutterzellen ermittelten Daten den ganz unmassgeblichen Versuch wagen zu dürfen, die von O. Hertwig entdeckten Kügelchen in einem bestimmten Sinne zu deuten. In Übereinstimmung mit meinen Vorstellungen von den ähnlichen Vorkommnissen bei den Pollenmutterzellen, betrachte ich das kleine Kügelchen als einen in den Dotter ausgeschiedenen Nucleolus, des während der Reifung multinucleolär gewordenen Keimbläschens. Im Zusammenhang damit nehme ich an, dass, falls ein Zerfall des Keimflecks in mehrere Nucleoli stattfindet, nicht immer alle derselben zur Bildung der Kernplattenelemente der Richtungsspindel verwendet werden. Wäre bei *Haemopis* die im Stadium der Richtungsspindel noch nicht resorbirte inactive Kernsubstanz thatsächlich durch einen Nucleolus repräsentirt, so würde dadurch der Anschluss an die von mir untersuchten Pollenmutterzellen in einem sehr wichtigen Punkte vervollständigt werden. —

Die umgestalteten Kerne der Pollenmutterzellen zeigen mehr oder weniger beträchtliche Abweichungen von der gewöhnlichen runden Form. Die übereinstimmenden Befunde, die in dieser Beziehung mit Alkohol oder Essigsäure fixirte Präparate ergaben, lassen mit einiger Sicherheit vermuthen, dass die betreffenden Bilder nicht Kunstproducten, sondern wirklich vorhandenen Zuständen entsprechen. Für die Richtigkeit dieser Auffassung kann ich keinen Beweis in absolut sicherer Form vorbringen, da die Beobachtung lebender Mutterzellen auf kaum zu beseitigende Schwierigkeiten trifft. Trotzdem glaube ich die gesehenen Bilder einer Annahme zu Grunde legen zu dürfen, welche dahin lautet, dass der Mutterkern durch seine Metamorphose die Eigenschaften eines amöboidal beweglichen Gebildes erlangt. Zahlreiche, in der botanischen, aber vornehmlich zoologischen Literatur vorliegende Daten, lassen heute gar keinen Zweifel an der Möglichkeit einer amöboidalen Beweglichkeit der Zellkerne aufkommen, und ich glaube daher dieselbe auch für die von mir untersuchten Kerne in Anspruch nehmen zu dürfen.

Aus der Lage der betreffenden Kerne, schliesse ich, dass das Areal innerhalb dessen die muthmasslichen Bewegungen derselben stattfinden, ein ziemlich eng begrenztes sein müsse. Es ist denkbar, dass der umgestalte Mutterkern anfänglich, wegen der excentrischen Lage des Nucleolus, nicht genau im Mittelpunkt der Zelle liegt und dass seine autonomen Bewegungen nur dazu dienen, um denselben vor dem Erscheinen der Kernspindel in das Centrum der Zelle gelangen zu lassen. —

Nach meinen Beobachtungen zu urtheilen, scheint bei *Hemerocallis* das so häufig vorkommende Zwischenstadium, auf dem die Masse zur Theilung sich anschickender Kerne fädig differenzirt erscheint, sowohl bei der Theilung der Mutterkerne der Pollenmutterzellen, als auch der Descendenten der ersteren, gänzlich unterdrückt zu sein. Ich glaube kaum, dass ich diese fädig-knäueligen Differenzirungen, falls sie wirklich vorhanden wären, hätte übersehen können, nachdem ich diesem Punkt die grösste Aufmerksamkeit geschenkt habe, und ich mit Hilfe der von Strasburger empfohlenen Behandlungsweise frischer Pollenmutterzellen die betreffenden Structuren in den noch viel kleineren Kernen von *Plantago lanceolata* und *Ranunculus reptans*, mit grösster Schärfe zur Anschauung bringen konnte. Es scheinen daher alle von mir bei *Hemerocallis* gesehenen Zustände darauf hinzuweisen, dass die Mutterkerne und wahrscheinlich auch ihre Descendenten, bei der Theilung direct in die

[1] Morphol. Jahrb. Bd. III, p. 11.

körnigen Elemente der Kernplatte zerfallen. Diese Auffassung des betreffenden Vorganges scheint mir um so weniger unwahrscheinlich zu sein, als derselbe eine grosse Übereinstimmung mit dem von Strasburger constatirten Verhalten der sich theilenden Kerne in den Zellen der *Spirogyra*-Arten darbieten würde. Ich ziehe die einschlägigen Beobachtungen Strasburger's an dieser Stelle zum Vergleich heran, weil er aus diesen, den auch für die Deutung meiner Befunde wichtigen Schluss ableitet, dass bei *Spirogyra* die Kernkörperchen unmittelbar in der Bildung der äquatorial gelagerten Elemente der Kernspindel aufgehen.[1] —

Die erste Kernspindel sah ich an frisch untersuchten Pollenmutterzellen öfter in einem hellen, körnchenfreien Mittelraum des Protoplasmas liegen. Derselbe entspricht den hellen Höfen, deren Bildung während der Kerntheilung, bekanntermassen in thierischen Zellen viel häufiger als in pflanzlichen zu Stande kommt. Strasburger beobachtete dieselben unter seinen pflanzlichen Untersuchungsobjecten bisher nur in den Eiern der Coniferen, und zwar bei der Theilung sehr saftreicher Kerne. Er ist geneigt „den hellen Hof als von ausgetretenem Kernsaft gebildet anzusehen".[2] Dieser Ansicht Strasburger's kann ich mit vorläufiger Beschränkung auf das von mir untersuchte Object nicht beitreten, da zwischen dem Mutterkern unmittelbar vor seiner Theilung und dem hellen Raum, in Hinsicht auf die Volumverhältnisse eine so erhebliche Differenz vorhanden ist, dass mir die Meinung, es könnte die helle Substanz von dem betreffenden Kern herrühren, absolut unzulässig erscheinen muss. Da ich den hellen Hof vor Eintritt des Spindelstadiums nie gesehen habe, so schliesse ich daraus, dass zwischen demselben und der im bläschenförmigen, primären Kern so reichlich auftretenden Zwischensubstanz ebenfalls keine nähere Beziehung besteht. Diese Gründe bestimmen mich, den hellen Hof als zum Protoplasmakörper der Mutterzelle gehörig anzusehen. Unter diesem Gesichtspunkte würde der helle, die Kernfigur aufnehmende Binnenraum einer centralen, hauptsächlich nur aus der Grundsubstanz des Protoplasmas bestehenden Zone desselben entsprechen.

Gegenüber der von Mayzel[3] vertretenen Auffassung der hellen Höfe, als durch Reagenswirkung hervorgerufener Artefacte, ist der von Flemming[4] erbrachte Nachweis derselben an lebend, während der Kerntheilung unter dem Mikroskop beobachteten Präparaten (Epithelzellen der Flosse von *Salamandra*) von Wichtigkeit.

An conservirten Präparaten beobachtete Flemming[5] in diesem hellen Raume zarte, oft verästelte Stränge, die die Peripherie der Kernfigur und später die Strahlen derselben mit dem Zellplasma verbinden. Er lässt es jedoch unentschieden ob diese Stränge präformirte Dinge oder Gerinnungsproducte darstellen. Obwohl Flemming der Ansicht Strasburger's[6] durch welche der helle Hof als ausgestossener Kernsaft gedeutet wird, nicht entgegentritt, weist Flemming doch darauf hin, dass „die Masse der hellen, untingirbaren Substanz innerhalb der Kernfigur in den vorhergehenden Stadien ziemlich gleich ist mit der Masse, welche im Stadium des hellen Hofes auch noch innerhalb der Kernfigur verbleibt. Danach fragt es sich doch, ob die Substanz des hellen Hofes, die hier noch hinzukommt, aus dem Kern stammt oder nicht vielleicht aus dem Plasma".[7] Ich muss, von der Deutung ausgehend, die ich dieser hellen Zone bei meinem pflanzlichen Object gegeben habe, die zweite der von Flemming hingestellten Möglichkeiten für die wahrscheinlichere ansehen. —

Nach Angaben Flemming's[8] zeigen die Kernfiguren in den Hodenepithelzellen von *Salamandra* in mehreren Theilungsstadien Abweichungen vom gewöhnlichen Bau, die damit zusammenhängen, dass einzelne Fadenschleifen aus den übrigen unordentlich herausgerückt sind. Er gibt ferner an, dass diese Fadenschleifen in späteren Stadien wieder regelmässig unter die übrigen eingeordnet werden. Dieses Verhalten beobachtete Flemming auch am lebenden Object und er erklärt die Verschiebung einzelner Elemente der Kernfigur, durch

---

[1] Strasburger, Zellb. und Zellth. III. Aufl., p. 171, 185, 324.
[2] L. c. p. 330.
[3] Gazeta lekarska, Warschau 1876, p. 423.
[4] Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XVI, p. 374.
[5] L. c. Taf. XVII, Fig. 10; Taf. XVIII, Fig. 5.
[6] Strasburger, Über Befruchtung und Zelltheilung, Jena 1878, p. 90.
[7] Flemming, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XVI, p. 419.
[8] Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XVIII, p. 172

Unregelmässigkeiten in der Mechanik derselben. Einige von mir bereits im Vorhergehenden beschriebene Bilder, lassen einen Anschluss an die citirten Beobachtungen Flemming's erkennen. Dieselben entsprechen meinen Figuren 70 und 72, welche Kernspindeln mit modificirter Anordnung der Kerntheile darstellen. Die Verschiebung einzelner tingirbarer Elemente, dürfte in diesen Fällen sich wohl aus der Wirkung ähnlicher Ursachen ergeben, wie bei dem von Flemming untersuchten Objecte. —

Die Structur- und Gestaltsveränderungen, welche beide Secundärkerne nach ihrer Individualisirung, während der ganzen Dauer des Stadiums erfahren, auf dem die Bildung und Resorption der ersten, vorübergehend auftretenden Zellplatte erfolgt, vollziehen sich wie aus der in den Figuren 21—33 dargestellten Entwicklungsfolge hervorgeht, gleichzeitig in jedem Paare. In zweikernigen Mutterzellen werden daher beide Kerne stets auf der gleichen Entwicklungsstufe vorgefunden.

Bütschli,[1] Flemming,[2] Strasburger[3] und Treub[4] haben aus der Thatsache, dass die zur Theilung der Kerne multinuclearer Zellen führenden Veränderungen an jenen meist gleichzeitig erfolgen, den Schluss gezogen, dass die Theilungsvorgänge der Zellkerne überhaupt unter dem Einflusse des Protoplasmas sich vollziehen. Aus meinen Befunden, welche das Verhalten der beiden Secundärkerne zweikerniger Pollenmutterzellen betreffen, würde sich noch ergeben, dass der gestaltende Einfluss des Protoplasmas auf die Kerne auch während ihrer länger andauernden, der Theilung vorausgehenden Ruhestadien zur Geltung gelangt.

Die Richtung des intensivsten Wachsthums der Secundärkerne, fällt mit derjenigen zusammen in der, die Ausbreitung des Systems von Verbindungsfäden erfolgt. Dieser Parallelismus beider heterogener Vorgänge lässt ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältniss zwischen beiden vermuthen. Ich glaube nun, in den während des Wachsthums beider Kerne gleichzeitig im Plasma stattfindenden Differenzirungsvorgängen dasjenige Moment gefunden zu haben, aus dem sich, wenn auch nicht eine causal begründete Erklärung, doch wenigstens eine bestimmtere Vorstellung über die Bedeutung des Zusammenhanges beider Erscheinungen ableiten liesse. Das Plasma zeigt nämlich während der Umformung der Secundärkerne in scheibenförmige Gebilde die Tendenz in einer mit der Verbindungslinie beider Kerne parallelen Richtung neue Verbindungsfäden auszuscheiden und in dieser Weise das ganze System derselben in einem immer grösseren Raum auszubreiten.[5] Aus dem Umstande, dass die einander zugewendeten Seiten beider Kerne gewissermassen als Stützflächen für das gesammte, im Plasma auftretende System von Verbindungsfäden in Anspruch genommen werden, wäre zu folgern, dass das Wachsthum der Kerne, in einer für die Ausbildung des zwischen diesen ausgespannten Fadencomplexes günstigster Weise erfolgt. Der eigenthümliche Verlauf des Wachsthums der Secundärkerne lässt daher die Deutung zu, dass dasselbe auf dem in Betracht genommenen Stadium, den architektonischen Verhältnissen des Plasmas angepasst ist. —

Die nach der ersten Kerntheilung gebildete Zellplatte, lässt während ihrer Resorption eine körnige Structur nicht erkennen; sie erscheint auf diesen Stadien als homogene Lamelle. Daraus schliesse ich, dass dieselbe die Beschaffenheit einer wirklichen Membran annimmt. Wahrscheinlich hängt diese Ausbildung der Zellplatte mit der Verwandlung derselben in eine Cellulosemembran zusammen. Ihr Verhalten gegen die gebräuchlichen Cellulosereagentien habe ich nicht geprüft, da durch die Anwendung der letzteren, selbst im Falle, dass die fraglichen Zellplatten aus Cellulose beständen, wohl kaum ein bestätigendes Resultat hätte erlangt werden können. Dies hängt mit dem indifferenten Verhalten junger, eben angelegter Scheidewände gegen die Cellulosereagentien zusammen.[6]

---

[1] Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, 1876, p. 42.

[2] Arch. f. microsc. Anat. Bd. XVIII, p. 190.

[3] Zellbildung und Zelltheilung, III. Aufl. 1880, p. 362.

[4] Archives Neerlandaises, T. XV, Sep. Abdr. p. 17, 1880. Ich citire, da mir die betreffende Abhandlung Treub's unzugänglich blieb, nach der Anmerkung Strasburger's zur p. 362 seines Buches.

[5] In dieser Auffassung der genetischen Beziehungen der Verbindungsfäden zum Zellplasma folge ich Strasburger. Vgl. Zellb. und Zellth. III. Aufl., p. 315.

[6] Strasburger. Zellbildung und Zelltheilung. III. Aufl., p. 13 und 344.

Obgleich ich nur die membranartige Beschaffenheit der ersten Zellplatte als sichergestellt ansehen muss, so ergibt schon daraus eine nicht unwesentliche Abweichung, vom gewöhnlichen Verhalten solcher provisorisch gebildeter Zellplatten in Pollen- und Sporenmutterzellen, welche in den von Strasburger untersuchten Fällen nur eine körnige Beschaffenheit erkennen lassen.[1] —

Aus der vorhin gegebenen Darstellung geht hervor, dass *Hemerocallis fulva* in die nicht sehr zahlreiche Einzelfälle umfassende Kategorie von Monocotylen gehört, bei denen die Theilung der Pollenmutterzellen durch simultan entstehende Scheidewände bewirkt wird. Was jedoch für das von mir untersuchte Object besonders charakteristisch erscheint, ist die Bildung bilateraler, aus vier paarweise über's Kreuz liegenden Specialmutterzellen bestehender Tetraden, aus Mutterzellen mit tetraëdrisch gestellten Enkelkernen. In diesen Fällen entspricht die Anordnung der Tochterzellen in der Tetrade derjenigen, wie sie sonst durch zwei aufeinanderfolgende Theilungen zu Stande kommt. Unter den bisher untersuchten Fällen, nimmt *H. fulva* mit Rücksicht auf diesen Theilungsvorgang der Mutterzellen eine Ausnahmsstellung ein, die insoferne nicht ohne Bedeutung ist, als dieselbe eine, meines Wissens bisher nicht bekannt gewesene Übergangsform, zwischen der tetraëdrischen und der succedan erfolgenden bilateralen Theilung von Pollenmutterzellen darstellt.[2]

Hofmeister[3] hat bereits vor längerer Zeit einige Fälle von simultaner Theilung von Pollenmutterzellen in mehr als vier Tochterzellen namhaft gemacht. Seine Angaben betreffen die Arten von *Iris* mit gebarteten Perigonblättern und mehrere Orchideen (*Lycaste aromatica* und *Deppei*, *Ornithidium coccineum*, *Leptotes bicolor*, *Epidendrum virgatum*).[4] In einer späteren, von einer Abbildung begleiteten Darstellung werden von Hofmeister[5] die bei den *Iris*-Arten mit gebarteten Perigonblättern vorkommenden vielkernigen Zustände der Pollenmutterzellen noch ausführlicher besprochen und für *Iris pumila*, in der Erklärung der betreffenden Figur, welche dem Stadium unmittelbar vor Bildung der Scheidewände entspricht, sogar acht Kerne angegeben. Von der Inhaltsmasse dieser Mutterzellen gibt Hofmeister an, dass dieselbe auf gewissen Stadien so viele, je einen Zellkern einschliessende Protuberanzen besitzt als Tochterzellen entstehen werden, „in der Regel mehr als vier und die einzelnen von sehr ungleicher Grösse". Diese Angabe Hofmeister's führt zur Vermuthung, dass auch zwischen den ausgebildeten Pollenzellen, Differenzen hinsichtlich der Grösse vorhanden sind. Dies ist nun thatsächlich der Fall, wie ich mich durch Untersuchung älterer Blüthenknospen von *Iris germanica* (Alkoholmaterial) überzeugte.

Schon früher jedoch, im Jahre 1848 hat Hofmeister[6] über analoge Zustände der Pollenmutterzellen bei Dicotylen und zwar *Passiflora*-Arten berichtet. Darüber drückt sich Hofmeister folgendermassen aus: „In den Fächern einer und derselben Anthere finden sich Mutterzellen mit primären, solche ohne Kern, solche mit zwei, drei, vier, fünf bis neun Kernen." Auf späteren Stadien werden aus 2, 3, 4, 5 oder mehreren Specialmutterzellen bestehende Complexe gefunden. Dazu bemerkt Hofmeister:[7] „Die Grösse der Specialmutterzellen steht in directem Verhältnisse zu der ihrer Kerne: in einem Complex dreier Specialmutterzellen sind zwei gross, eine sehr klein u. s. f. Hieraus folgt die auffallende Verschiedenheit der Grösse der ausgebildeten Pollenkörner."

[1] L. c. p. 149 (*Tropaeolum*), p. 151 (*Asphodelus*), p. 154 (*Psilotum*), p. 155 (*Equisetum*).

[2] Strasburger bezeichnet die simultan entstehenden sechs Zellplatten, durch welche bei *Tropaeolum* die später erfolgende tetraëdrische Theilung der Mutterzellen bewirkt wird, als kreisquadrantisch (vgl. Zellbild. und Zellth. III. Aufl., p. 149). Diese Angabe ist nicht richtig. Die Berechnung ergibt nämlich für den Winkel zwischen den geraden Seiten jeder Scheidewand, unter Voraussetzung der Kugelgestalt der Mutterzellen und der Volumgleichheit ihrer Tochterzellen 109°28'16". Daraus ist zu entnehmen, dass die gegenseitige Lage der Wände jeder Tochterzelle, derjenigen der Rhombenflächen um eine Würfelecke des Rhombendodekaëders entspricht. (Vgl. Quenstedt, Handb. d. Mineralogie, III. Aufl. 1877, p. 41.)

[3] Abhandl. d. mathem.-phys. Cl. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 5. Bd. 1861, p. 636.

[4] An dieser Stelle seiner Abhandlung citirt Hofmeister eine mir nicht zugänglich gewesene Schrift von Reichenbach: De pollinis Orchidearum genesi. Leipzig 1852. Daran knüpft Hofmeister folgende Bemerkung: „In einigen dieser Fälle ist es noch zweifelhaft, ob nicht nachträgliche Theilungen einiger der vier Tochterzellen einer Mutterzelle vorkommen.

[5] Die Lehre von der Pflanzenzelle, Leipzig 1867, p. 106 und Fig. 21.

[6] Bot. Zeit. 1848, Sp. 652.

[7] L. c. Sp. 655.

Die von Hofmeister für die *Iris*- und *Passiflora*-Arten geschilderten Vorgänge bei der Pollenbildung, lassen eine principielle Übereinstimmung darin erkennen, dass in allen diesen Fällen durch simultane Theilung Specialmutterzellen von ungleicher Grösse gebildet werden. In ziemlich naher Beziehung zu diesem Verhalten stehen die von mir bei *Hemerocallis fulva* gewonnenen Ergebnisse. Sie lassen aber zugleich eine Modification erkennen, da, wie ich gezeigt habe, in diesem Falle die Ausbildung von Specialmutterzellen, resp. Pollenzellen von ungleicher Grösse, auf die nachträglichen Theilungen einzelner Specialmutterzellen des ursprünglichen Tetradenverbandes zurückzuführen ist.

Hier will ich noch eine, die Pollenbildung bei *Fuchsia* betreffende Angabe von Wimmel[1] anführen: Er schreibt darüber: „*Fuchsia* weicht von den letztgenannten Pflanzen darin ab, dass die Zahl der entstehenden Theile (Specialmutterzellen) nicht bestimmt, ihre Form nicht gleich und regelmässig ist. Ich habe deren 2—5 in einer Zelle gesehen, aber in jedem immer einen Cytoblasten. Sind nur zwei vorhanden, so sind dieselben sehr gross, rund und von gleichem oder doch ziemlich gleichem Umfange. Von dreien in einer Zelle ist einer weit kleiner als die beiden anderen. Sind vier vorhanden so sind sie ziemlich von gleicher Grösse; von fünfen sind immer zwei kleiner als die übrigen drei." Diese Beobachtungen Wimmel's lassen vermuthen, dass auch bei *Fuchsia* aus einzelnen Mutterzellen Pollenkörner von ungleicher Grösse hervorgehen. Bestimmte Anhaltspunkte zur Entscheidung der Frage, ob in diesen Fällen die Bildung der Specialmutterzellen simultan (*Iris* und *Passiflora*) oder succedan (*Hemerocallis*) erfolgt, finden sich jedoch unter den Angaben Wimmel's nicht vor. Aus diesem Grunde bleibt noch zu untersuchen, in welche Kategorie der früher besprochenen Fälle *Fuchsia* hinsichtlich der Pollenbildung gestellt werden müsste. Gegenwärtig bin ich wegen Mangels des betreffenden Materials nicht in der Lage, durch eigene Untersuchungen zur Aufklärung der hinsichtlich *Fuchsia* aufgeworfenen Fragen beitragen zu können. —

---

Fassen wir nun die in der vorliegenden Schrift niedergelegten Thatsachen zusammen, so kommen wir in Betreff der Pollenbildung bei *Hemerocallis fulva* zu folgenden Schlüssen:

1. Die primären Kerne bereits isolirter Pollenmutterzellen zeigen Bauverhältnisse, die denjenigen des Keimbläschens vieler thierischer Eier entsprechen.

2. Die Mutterkerne erfahren vor ihrer Theilung eine regressive Metamorphose. Das Resultat derselben besteht in der Bildung einer homogenen, fast nur aus Kernsubstanz bestehenden und muthmasslich amöboiden Kernform. Dieser Vorgang erinnert an einige die Reifung thierischer Eier begleitende Veränderungen des Keimbläschens derselben.

3. Bei der Umgestaltung der Mutterkerne werden in manchen Fällen aus denselben kleine Nucleolen in das Protoplasma ausgestossen und dort resorbirt.

4. Die homogenen Mutterkerne zerfallen bei der Theilung direct in die länglich-runden Elemente der Kernplatte. Ein fädiges, dem Auftreten der ersten Spindel vorausgehendes Zwischenstadium der Mutterkerne ist nicht vorhanden.

5. In einigen Präparaten wurde die erste Kernspindel innerhalb körnchenfreier heller, aus der Grundsubstanz des Plasmas bestehender Höfe gesehen.

---

[1] Bot. Zeit. 1850, Sp. 243. An dieser Stelle will ich mir erlauben, auf den betreffenden Aufsatz Wimmel's noch aus einem anderen Grunde aufmerksam zu machen. Strasburger (Über Befr. u. Zellth. Jena 1878, p. 18 ff), der die Bedeutung der zweikernigen Zustände der Pollenkörner der Angiospermen nachwies, bezeichnet Hartig (Bot. Unters., herausg. von Karsten, 1866) als den einzigen Forscher, der vor ihm zwei Kerne in Pollenkörnern gesehen hat (Strasburger, l. c. p. 21). Aus einer Stelle des citirten Aufsatzes von Wimmel (l. c. Sp. 290) geht jedoch unzweifelhaft hervor, dass diesem Forscher die Priorität der Entdeckung der in Betracht kommenden histologischen Verhältnisse der Pollenkörner, gegenüber Hartig gebührt. Hinzufügen will ich noch, dass auch Hofmeister bereits vor Hartig Ähnliches für *Najas major*, *Cypripedium Calceolus* und *Narcissus poëticus* angegeben. (Abhandl. d. math.-phys. Classe d. k. sächs. Ges. d. Wiss. Leipzig 1861, Bd. V, p. 642, 643.)

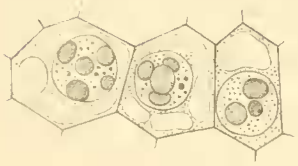
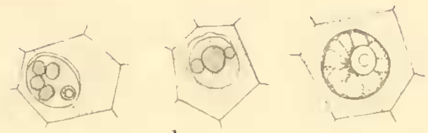


Fig. 1.



a b c

Fig. 2.

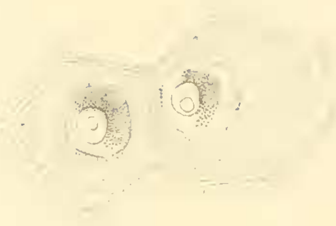


Fig. 3.

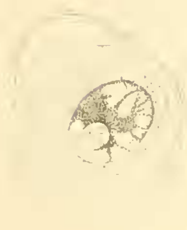


Fig. 4.

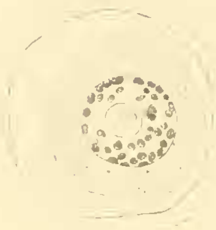


Fig. 5.

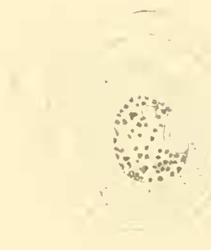


Fig. 6.



Fig. 7.

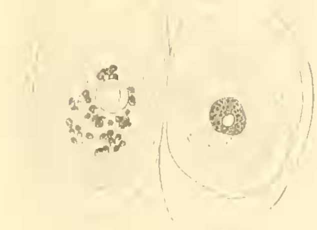


b a

Fig. 8.



Fig. 9.



a b

Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.

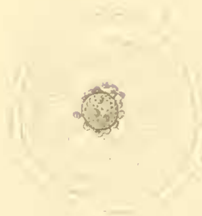


Fig. 14.



Fig. 15.

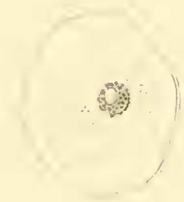


Fig. 16.

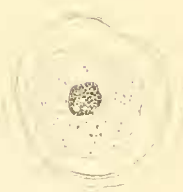


Fig. 17.

Gez. u. lith. v. Dr. [illegible] Heitzmann

K. k. Hof u. [illegible] Staatsdruckerei